



Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación:

**“Gestión de abastecimiento de  
medicamentos aplicando el modelo EOQ  
(*Economic Order Quantity*) para la  
farmacia de un hospital categoría III”**

**Julio Enrique Quispe Quispe**

Para optar el Grado Académico de Bachiller en:

**Ingeniería Industrial**

Arequipa – Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido llegar con fortaleza y salud a cumplir mis metas trazadas, a mis padres por guiarme y aconsejarme en esta fase de mi vida a ser una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por acompañarme en cada etapa de mi vida universitaria, a mis amigos por ayudarme a conseguir cada meta trazada de mi vida y poder disfrutar de los momentos más gratos de la vida universitaria.

## **RESUMEN**

Este trabajo de investigación tiene como finalidad determinar los parámetros de optimización para la gestión de abastecimiento de medicamentos de una farmacia en un hospital de categoría III de la ciudad de Arequipa, con la aplicación del método ABC y el modelo EOQ (*Economic Order Quantity*).

A partir de tener un claro planteamiento del problema, encontramos que la farmacia central de un hospital de categoría III se encuentre con medicamentos faltantes debido a un abastecimiento de forma empírica, esto repercute en la atención correcta de los pacientes. La aplicación del método ABC hace que seleccionemos nuestros grupos de intereses para investigar y con la aplicación del EOQ determinamos las cantidades óptimas, tiempo de pedido y el punto de reorden de cada grupo seleccionado.

Finalmente, concluimos con los parámetros de optimización de cada medicamento seleccionado y decimos que los medicamentos de mayor demanda; Metformina 850mg cuya Q: 2378 unidades, las cuales se debe pedir cada 4 días, medicamentos de mayor precio; Rituximab 500mg/500ml cuya Q: 32 unidades, las cuales se debe pedir cada 40 días y medicamentos de mayor inventario; Paracetamol 500mg cuya Q: 2177 unidades, las cuales se debe pedir cada 4 días. Estos parámetros pueden ser tomados como referencia para optimizar la gestión de abastecimiento de la farmacia central.

**Palabras clave:** Gestión de abastecimiento, farmacia central, medicamentos, modelo EOQ

### **ABSTRACT**

*The purpose of this research is to determine optimization parameters of the medication supply management of a pharmacy of a category III hospital in the city of Arequipa, with the application of the ABC method and the model EOQ (Economic Order Quantity).*

*From having a clear approach to the problem, we found that the central pharmacy of a category III hospital is missing medications due to an empirically supplied supply, this has an impact on the correct care of patients. The application of the ABC method makes you select our interest groups to investigate and with the application of the EOQ we determine the optimal quantities, order time and the reorder point of each selected group.*

*Finally, we conclude with the optimization parameters of each selected drug and say that the drugs of greatest demand; Metformin 850mg whose Q: 2378 units, which should be ordered every 4 days, higher priced medications; Rituximab 500mg / 500ml whose Q: 32 units, which must be ordered every 40 days and medications with greater inventory; Paracetamol 500mg whose Q: 2177 units, which should be ordered every 4 days. These parameters can be taken as a reference to optimize the supply management of the central pharmacy.*

*Key words: Supply management, central pharmacy, medicines, EOQ model*

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
LISTA DE TABLAS .....	x
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO 1 .....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.4 Alcances y Limitaciones .....	4
CAPÍTULO 2 .....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1 Cadena de suministro .....	5
2.1.1 Cadena de suministro .....	5
2.1.2 Técnicas de la cadena de suministro .....	5
2.1.3 Gestión de la cadena de suministro .....	6
2.1.4 Inventario .....	6
2.1.5 Funciones de los inventarios.....	6
2.1.6 Método de control de inventarios.....	6
2.1.7 Tendencias de control de inventarios.....	7
2.2 Logística hospitalaria .....	7

2.2.1 Medicamentos.....	7
2.3 Métodos aplicados .....	8
2.3.1 Método ABC.....	8
2.3.2 Modelo EOQ .....	8
CAPÍTULO 3 .....	11
ESTADO DEL ARTE .....	11
3.1 Internacionales .....	11
3.2 Nacionales.....	15
CAPÍTULO 4 .....	16
DESARROLLO METODOLÓGICO .....	16
4.1 Metodología .....	16
4.1.1 Método ABC .....	16
4.1.2 Modelo EOQ .....	16
4.2 Diseño de la Investigación.....	17
CAPÍTULO 5 .....	21
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
5.1 Diagnóstico inicial.....	21
5.1.1 Diagrama operacional de proceso de medicamentos faltantes .....	23
5.2 Propuesta de solución .....	25
5.3 Análisis de resultados.....	40
CONCLUSIONES.....	45
6.1 Conclusiones .....	45
6.2 Trabajos Futuros.....	46
ANEXOS .....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 Gráfica del método ABC. ....	8
Figura 2 Gráfica de modelo EOQ.....	10
Figura 3 Diagrama de trazabilidad del paciente. ....	14
Figura 4 Larga cola en farmacia. ....	22



## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfica 1 Diagrama de flujo en la farmacia central de medicamentos faltantes.....	24
Gráfica 2 Valoración de medicamentos en almacén .....	29
Gráfica 3 Valoración de medicamentos en farmacia central.....	30
Gráfica 4 Valoración de medicamentos faltantes en almacén .....	31
Gráfica 5 Valoración de medicamentos faltantes .....	32
Gráfica 6 Indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor demanda .....	40
Gráfica 7 Indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor precio .....	42
Gráfica 8 Indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor inventario .....	43

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.....	18
Tabla 2 Hoja de observación. ....	19
Tabla 3 Hoja de medición de medicamentos. ....	20
Tabla 4 Proceso de la farmacia pacientes (SIS) .....	23
Tabla 5 Cantidad de pacientes con medicamentos faltantes.....	25
Tabla 6 Hoja de información de medicamentos. ....	26
Tabla 7 Ordenar valores totales en área de almacén.....	27
Tabla 8 Ordenamiento de valores total en área de farmacia .....	27
Tabla 9 Clasificación de medicamentos por el método ABC .....	28
Tabla 10 Método ABC en medicamentos del almacén.....	28
Tabla 11 Método ABC de medicamentos de la farmacia central .....	29
Tabla 12 Método ABC en medicamentos faltantes del almacén .....	31
Tabla 13 Medicamentos faltantes en almacén y farmacia .....	32
Tabla 14 Pacientes con falta de medicamentos .....	33
Tabla 15 Tiempo total de paciente con falta de medicamentos.....	33
Tabla 16 Modelo EOQ medicamentos mayor demanda (Metformina 850mg) .....	34
Tabla 17 Modelo EOQ medicamentos mayor demanda (Ciprofloxacino 500mg) .....	35
Tabla 18 Modelo EOQ medicamentos mayor demanda (Sertralina 50mg).....	36
Tabla 19 Modelo EOQ medicamentos mayor precio (Rituximab 500mg/500ml).....	36
Tabla 20 Modelo EOQ medicamentos mayor precio (Trastuzumab 600mg/5ml).....	37
Tabla 21 Modelo EOQ medicamentos mayor precio (Cetuximab 5mg/ml) .....	37
Tabla 22 Modelo EOQ medicamentos mayor inventario (Ácido acetilsalicílico 10).....	38
Tabla 23 Modelo EOQ medicamentos mayor inventario (Paracetamol 500mg) .....	39
Tabla 24 Modelo EOQ medicamentos mayor inventario (Enalapril 10mg) .....	39
Tabla 25 Comparación de resultados de medicamentos de mayor demanda .....	40
Tabla 26 Comparación de resultados de medicamentos de mayor precio .....	42

Tabla 27 Comparación de resultados de medicamentos de mayor inventario.....	43
---	----

## **INTRODUCCIÓN**

Así como la tecnología avanza, también estamos expuesto a las grandes enfermedades por el simple hecho de no cuidarnos y estar mayormente preocupados en la tecnología. Es por esto asistimos con mayor frecuencia a los hospitales. Cabe resaltar que en nuestro país el sistema de salud público está una época atrasada que los países de primer mundo (Estados Unidos, Francia, China, Japón, etc.); las cuales cuentan con tecnologías aplicadas al servicio salud público del ciudadano.

El presente trabajo de investigación se enfoca en la mejora de la gestión de abastecimiento de medicamentos de la farmacia central de un hospital de categoría III de la ciudad de Arequipa, mediante la estrategia de abastecimiento de la farmacia central podemos recolectar información necesaria para luego analizar, aplicar método y modelo que logren reducir los tiempos de abastecimiento, mejorar el almacenamiento y obtener una mayor disponibilidad de medicamentos, todo ello lleva la satisfacción de los pacientes.

Un exitoso modelo de gestión de abastecimiento de medicamentos se realiza optimizando el tiempo de entrega de los medicamentos hacia los pacientes, para el momento correcto de su tratamiento u operación. [1]

Para esto se tomó como referencia varias tesis, artículos y libros; las cuales describen las metodologías empleadas en similares situaciones, pero no dejando de lado el marco teórico que hace referencia a los conceptos y definiciones del trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO 1**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

Un hospital de España presentó deficiencias en el abastecimiento y control de medicamentos en el área de farmacia, la cual fue provocada por falta de presupuesto por parte del hospital y un deficiente modelo de gestión de inventarios, las cuales perjudicaron en la demora de atención de los pacientes. Ante este detalle, el hospital reestructuró la estrategia de abastecimiento de medicamentos y dispuso de una guía fármaco terapéutica (GF), la cual consistió en:

- El orden de los medicamentos debe ser ajustable para la optimización de recursos.
- Muestreo de medicamentos para facilitar el uso racional por cada medicamento.
- Aplicar el modelo EOQ para hallar la cantidad óptima de medicamentos.

Seguidamente con estos parámetros, se realizó de un sistema de distribución de medicamentos informatizada en el área de farmacia (receta en línea), la cual permite un análisis a tiempo real de los medicamentos disponibles, mínimos y agotados en dicha área. [1]

Por ejemplo, un hospital de categoría III de Arequipa evidencia problemas en la gestión de abastecimiento de medicamentos en el área de farmacia central, esto se genera debido a las siguientes causas:

- Falta de un modelo de abastecimiento de medicamentos en la farmacia central.

- El área sea muy pequeña, la cual se abastezca con la mínima cantidad de medicamentos.

La falta de un modelo de abastecimiento en la farmacia central, determina que no cuenten con un modelo de clasificación de medicamentos por precio, demanda y rotación, esto hace que la encargada de la farmacia central haga el pedido empíricamente, pidiendo la misma cantidad todas las semanas sin tener resultados algunos para la correcta atención de los pacientes. El pedido de abastecimiento de la farmacia central se realiza 1 vez por semana (semana 1 se abastece el día martes, semana 2 se abastece el día miércoles, semana 3 se abastece el día martes y semana 4 se abastece el día miércoles), ante este procedimiento hace que se genera la indisponibilidad de medicamentos dentro de la semana programada.

Al estar la farmacia desabastecida por algunos medicamentos, el tiempo de espera de atención del paciente que requiere con suma urgencia el medicamento para su operación o tratamiento es de 1 día y en otro caso es hasta volver a programar el abastecimiento semanal.

Ante esta problemática nos deja las siguientes consecuencias:

- Insatisfacción de los pacientes por las largas colas en farmacia debido al tiempo de retardo en la ventanilla por falta de medicamentos.
- Molestias de los pacientes porque luego de hacer las largas colas, el medicamento recetado se encuentra agotado.
- Podría llegar a poner en riesgo la vida de los pacientes, por la falta de indisponibilidad de medicamentos en la farmacia central.

### **Pregunta principal de investigación**

- ¿En qué medida aplicando el modelo EOQ (*Economic Order Quantity*) se puede optimizar la gestión de abastecimiento de medicamentos de una farmacia en un hospital de categoría III en Arequipa?

## **1.2 Justificación**

### **1.2.1 Económica**

Una gestión de abastecimiento de medicamentos óptima conlleva tener un mejor control de nuestros inventarios, reduciendo así nuestros costos de mantenimiento por cada tipo de medicamento que se encuentran almacenados en el almacén y la farmacia. Por otro lado, teniendo un punto de reorden de medicamentos, podemos responder a nuestros pacientes con todos sus requerimientos, así reducimos los costos de medicamentos faltantes y a la vez reducimos el tiempo de entrega de estos medicamentos.

### **1.2.2 Social**

La disponibilidad de medicamentos en el momento correcto hace que los pacientes se sientan satisfechos, puesto que cumplen con el tratamiento especificado por el médico, es así que cada paciente pueda ser atendido de forma correcta en el hospital. Ante un crecimiento demográfico en Arequipa, el hospital plantea una estrategia acompañada con tácticas que puedan ayudar a mejorar la calidad de servicio prestado por el hospital para todos los pacientes que requieran atención.

### **1.2.3 Técnica**

Es importante aplicar el modelo y método aprendido a lo largo de nuestra vida académica, gracias a ello podemos plantear y comenzar a resolver las problemáticas que se presenta en las entidades públicas en el sector salud de Arequipa.

La prioridad es el servir a los ciudadanos de la mejor manera con calidad y confianza. De esta manera nuestra carrera de ingeniería industrial basa todos los conocimientos para lograr resolver la problemática de abastecimiento de medicamentos en la farmacia, así lograr la seguridad de los pacientes.

### **1.3Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar los parámetros de optimización de la gestión de abastecimiento de medicamentos de la farmacia central de un hospital de categoría III aplicando el modelo EOQ.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Colectar información y realizar un análisis situacional de la gestión de abastecimiento de medicamentos de la farmacia central de un hospital de categoría III.
- Desarrollar un modelo de simulación con base al método ABC y el modelo EOQ para mejorar la gestión de abastecimiento de medicamentos de la farmacia central de un hospital de categoría III.
- Evaluar los resultados a nivel de simulación con base a los parámetros determinados para mejorar el abastecimiento de medicamentos de la farmacia de un hospital de categoría III.

### **1.4Alcances y Limitaciones**

#### **1.4.1Alcance**

El alcance del presente trabajo es analizar la situación actual de la gestión de abastecimiento de medicamentos de la farmacia central de un hospital de categoría III, partiendo desde los pacientes atendidos, el procedimiento de abastecimiento de los medicamentos y la estrategia de abastecimiento planteada por el hospital.

#### **1.4.2 Limitaciones**

- El tiempo para realizar el levantamiento de información es de 4 horas diarias.
- Por problemas administrativos no se realizó por segunda vez el levantamiento de información.



## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1 Cadena de suministro**

##### **2.1.1 Cadena de suministro**

La cadena de suministro es un conjunto de actividades funcionales, operativas y tácticas, las cuales se repiten en muchas oportunidades en el flujo del producto, mediante la materia prima, insumos o materiales pasan por todo un proceso y se convierte en un producto para llegar al cliente.

En la actualidad las entidades públicas disponen de estrategias para mejorar el aprovisionamiento de todos los insumos que se necesitan. Este entorno se espera las ofertas del proveedor para poder tener una provisión de materias primas, insumos y productos terminados. [2]

##### **2.1.2 Técnicas de la cadena de suministro**

Se dispone de una técnica de “aguas arriba” de la cadena de suministro que tiene como objetivo garantizar el flujo continuo de bienes a los almacenes de la organización, de acuerdo a cada tipo de bienes.

La gestión de distribución debe aprovechar todas las condiciones que se ofrece en el desarrollo logístico nacional, lo cual podemos disminuir los niveles de almacenamiento. Por su parte, la técnica “aguas abajo” trata de reducir costos y

tiempos generando el mejor servicio de abastecimiento que se permita en las entidades públicas a nivel nacional. [3]

#### 2.1.3 Gestión de la cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro es la identificación de las mejoras del proceso la cadena de suministro (proveedores, fabricantes, transportistas, minoristas y clientes finales) al igual que hacer una trayectoria, integración y eficiencia exitosa. Todo involucra una mejora en la calidad de la satisfacción del cliente. [4]

#### 2.1.4 Inventario

Los inventarios cambian según el consumo y venta de los productos terminados, la cual genera en la entrada, movimientos de nuevas existencias en el ingreso de nuevas mercaderías y en la salida de ellos por pedido del cliente. [5]

“El objetivo principal de la gestión de inventarios es mantener el nivel óptimo de dichos inventarios, teniendo en cuenta los costos por cada movimiento de inventario (costos de mantenimiento y costos por aprovisionamiento). Sean tan bajos para soportar el flujo en la producción, servicio y comercialización para satisfacer las demandas de los clientes”. [6]

#### 2.1.5 Funciones de los inventarios

- Amortiguar o separar varios procesos de la producción para dar flexibilidad e independencia con el fin a cambios en su programación.
- Aprovechar el descuento por lotes de compra, ya que a grandes compras o en un mismo proveedor permiten la disminución de los costos, a su vez, la entrega, transporte y mano de obra. [7]

#### 2.1.6 Método de control de inventarios

- Método FIFO (primeras entradas, primeras salidas): con este método hacemos que nuestros primeros inventarios sean los primeros en salir.

- Método FEFO (primero en caducar, primeros en salir): controla la fecha de vencimiento de todos los inventarios. [8]

#### 2.1.7 Tendencias de control de inventarios

- Basada en la obtención y transmisión de información en tiempo real sobre la demanda de producto, esto se hace mediante Sistema de Administración de Farmacias (WMS), Intercambio Electrónico de Datos (EDI) y sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID).
- Basada en la estandarización de productos para reducir el mantenimiento de inventarios, gracias a las características finales del producto pueden ser implementadas al momento de recibir las órdenes.
- Basada en la técnica del cross-docking que está basándose en emitir órdenes juntas para diferentes grupos con el fin de consolidar despachos hacia distintos locales[9].

## 2.2 **Logística hospitalaria**

La logística hospitalaria está dirigida a suministrar en forma eficaz y eficiente los medicamentos sanitarios en el momento correcto, por el personal correcto, y con las indicaciones correctas; cuya finalidad es sincronizar el almacén con las farmacias para atención al paciente en los plazos determinados. [10] A su vez afirma que la logística hospitalaria permite usar herramientas tecnológicas, informáticas y comunicaciones para encontrar mejoras en el servicio al paciente.

### 2.2.1 Medicamentos

Todo aquel producto farmacéutico, la cual aplicamos para la prevención, análisis, diagnóstico o tratamiento de aquellas personas con enfermedades. Los medicamentos hacen que nuestro sistema fisiológico sea modificado para el beneficio de quien lo consuma. [11]

## 2.3 Métodos aplicados

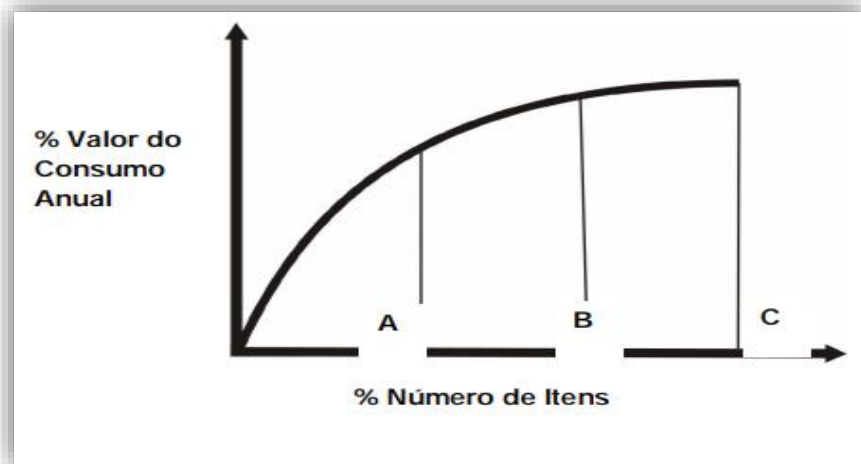
### 2.3.1 Método ABC

Inicia con la clasificación en grupos los diferentes artículos de la siguiente manera:

- Grupo A: artículos con alto volumen monetario anual, entre el 70-80% del valor total sin embargo representa el 20% de todos los artículos inventariados.
- Grupo B: artículos con volumen medio monetario anual, entre 15-25% del valor total, sin embargo, representa el 30% del artículo inventariado.
- Grupo C: artículos de bajo volumen monetario anual 5% de valor total sin embargo representa el 50% de los artículos inventariados.

En la Figura 1 se representa gráficamente el método ABC, las cuales el grupo A: representa productos de mayor importancia, el grupo B: productos constantes y el grupo C: productos de menor importancia. [12]

Figura 1 Gráfica del método ABC.



Fuente: [12]

### 2.3.2 Modelo EOQ

El modelo EOQ (*Economic Order Quantity*) o en español cantidad económica de pedido, calcula la cantidad que debe pedirse "Q", el control continuo del inventario, el punto de reorden y minimizar los costos de colocación de pedido y

costos de mantenimiento de inventarios. La siguiente fórmula calcula “Q” la cantidad óptima a pedir.

$$Q = \sqrt{\frac{2DCP}{CMI}}$$

Q= cantidad óptima de pedido

D= la demanda anual

CP= costo de pedido (S/)

CMI= costo de mantenimiento (S/)

El modelo EOQ se basa en los siguientes aspectos:

- La demanda del producto es constante. Cada producto tiene su propia demanda.
- Los productos se compran por lotes.
- El abastecimiento de mercancías se recibe de acuerdo a los tipos de productos.
- Tiempo de entrega varía a la cantidad de inventario de producto.
- Los costos son constantes a la clasificación del producto. [13]

Con el valor Q hallado podemos obtener otros valores

$$N = \frac{D}{Q} \quad L = \frac{T}{N}$$

N: número esperado de órdenes

T: número de días trabajado

L: cada cuanto hacer el pedido

A su vez podemos hallar el punto de reorden con la siguiente fórmula:

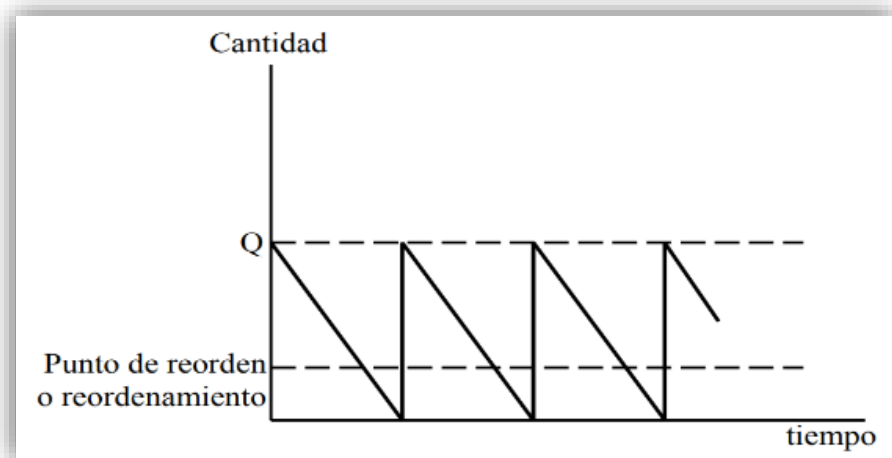
$$ROP = \frac{D}{T} \times L$$

ROP: punto de reorden

El punto de reorden es el punto de inventario donde nosotros hacemos el pedido, es decir, cuando el nivel de inventario este punto de reorden se debe de mandar el pedido.

En la Figura 2 representa la gráfica del modelo EOQ, donde podemos determinar la cantidad óptima “Q” y el punto de reorden. [13]

Figura 2 Gráfica de modelo EOQ.



*Fuente: [13]*

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTADO DEL ARTE**

Para el siguiente trabajo se buscó información similar al problema que se planteó para esto se dividió en dos campos: internacionales y nacionales.

#### **3.1 Internacionales**

La gestión de la cadena de suministro en el área de salud es una tarea muy compleja, constante en los hospitales por falta de recursos, gestión y organización hacen que sus pacientes queden insatisfechos por la atención. Es así que tenemos varios indicios mundiales que nos pueden ayudar:

Partimos con los países de Francia, Colombia y Canadá se han implementado nuevos métodos de logística hospitalaria dándole solución a cada país nombrado. En Francia (clínica Saint Martín) se tenía las dificultades de abastecimiento y almacenamiento de medicamentos; para solucionar esto aplicaron un sistema de doble cajón (sistema kanban). En Colombia (hospital de Tunal) se encontraron muchas deficiencias en el área de farmacia, lavandería y urgencias, donde el área de farmacia tuvo mayor dificultad por sus actividades de control de medicamentos; para resolver estos detalles se implementó un modelo de programación lineal, la cual calcula la cantidad óptima pedir por cada medicamento en el área de farmacia. Por último, Canadá (hospital Sacré) la deficiencia estaba enfocada en obtener una automatización, los médicos realizaban el abastecimiento de la farmacia empíricamente, por lo tanto, siempre

faltaba medicamentos en la farmacia. Para su solución de este problema primero se realizó un modelo EOQ para saber el punto de reorden por cada medicamento y luego se implementó un sistema de automatización que permitió la integración entre las farmacias y almacenes. [14]

La gestión logística en los centros de salud posee numerosos problemas que gracias a determinados modelos y métodos podemos hacer sencillo este problema. A su vez si desarrollamos cada modelo y método debemos evaluarlos y hacer una mejora continua. En los casos presentados, la importancia de tener un método tecnológico de trabajo ha hecho que el problema sea factible de solucionarlo y contribuir con la enseñanza, aplicación para casos similares.

Por otro lado, en Chile, los principales problemas en los hospitales tipo 1, no se contaba con un registro de medicamentos (recetas) para cada paciente atendido, no contaba con un registro de pedidos de medicamentos para todas las farmacias, las cuales daba a entender que la cadena de suministro estaba sin un sistema que facilite el trabajo. Para ello se aplicó un prototipo en Excel que calcula la demanda real por insumos comparada con el inventario. Este prototipo hace que el sistema de abastecimiento y almacenamiento ocurra en un tiempo menor, haciendo que los sistemas se integren para el bienestar de los pacientes. [15] Cabe resaltar que la cadena de suministro en un hospital tiene que integrar todas las áreas comprometidas para que el paciente sea servido en su totalidad. En este caso pienso que incorporando un sistema informático detalla con exactitud la cantidad óptima a pedir y nuestra cantidad de seguridad que debemos tener por cada medicamento.

Caso contrario en hospitales de Colombia donde tenían insumos farmacéuticos faltantes, demoras en hacer los inventarios de insumos y elevadísimos costos en ordenar y mantener los inventarios en las farmacias por el periodo determinado. Cabe resaltar que para solucionar estos problemas se implementó una serie de métodos:



- Establecer un análisis ABC para identificar los insumos farmacéuticos más altos y bajo en rotación.
- Realizar un análisis de demanda de insumos farmacéuticos para desarrollar un modelo EOQ que se ajuste con la demanda real.
- Implementación de un sistema kanban en la cual es colocar etiquetas para cada insumo farmacéutico para su rápido inventario.
- Realizar con pistola lectora de código de barras (Jidoka) que permita controlar el pedido a tiempo real. [16]

De acuerdo con los métodos aplicados podemos argumentar que la gestión en la salud juega un papel importante para todos, puesto si estamos como pacientes busquemos la satisfacción plena de ser atendidos con calidad y si estamos como trabajadores busquemos servir de manera correcta al ciudadano con métodos estratégicos de solución.

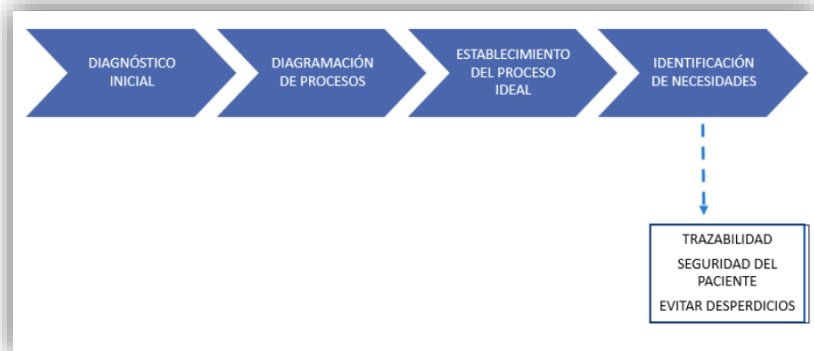
El siguiente estudio analizó el riesgo de rotura de stock aplicados en una farmacia de una clínica, la cual detalla como problemas las restricciones en el espacio y la falta de recursos económico en la clínica. Se desarrolló estrategias de compra que permiten tener al mínimo las cantidades de cada producto sin dejar de lado la disponibilidad de medicamentos para cada paciente. Se propuso el modelo EOQ para minimizar los costos en la clínica. [17]

El modelo EOQ utilizado fue apropiado porque minimizó los costos a mantener y costos a ordenar por cada tipo de medicamento, a su vez, optimizo el pequeño espacio de la farmacia con el mínimo de medicamentos.

En el siguiente artículo podemos verificar las instituciones hospitalarias de Colombia que están alineándose a implementar tecnologías en el proceso. Cabe resaltar que no muchos lo hacen por temas económicos, por un proceso deficiente y una antigüedad en la tecnología.

Lo que podemos percibir de la Figura 3, es un diagrama de la trazabilidad hacia la seguridad del paciente, donde comenzamos con el diagnóstico de un problema, la falta de presupuesto y la inseguridad por la tecnología, pasando por diagramas de procesos que facilitan la comprensión del problema, buscando un proceso ideal para la resolución del problema y autenticando la necesidad de los pacientes.

Figura 3 Diagrama de trazabilidad del paciente.



*Fuente: [18]*

Para este caso se implementó un avance tecnológico, la cual toma las siguientes etapas:

- Aplicó un modelo EOQ para optimizar costos.
- Realizó el sistema informático.
- Implementó una tecnología (RFID) [18]

En el siguiente artículo, el autor nos habla de una minimización de inversión de inventarios hacia la farmacia, respondiendo lo siguiente ¿Cuánto pedir por cada medicamento? y ¿Cuándo ordenar cada pedido? El costo por pedir y mantener era demasiado alto porque no se maneja un modelo de inventario, las cuales era un principal problema de abastecimiento de la farmacia. Proporcionado el análisis se pasó con la solución planteada, una programación no lineal y un modelo EOQ. Este modelo aplicado en una farmacia proporciona “cuanto y cuando” pedir de los inventarios en el momento indicado para el servicio del paciente. [19]

### **3.2 Nacionales**

Un ejemplo en Perú es el desabastecimiento de medicamentos en el seguro social que se origina por la mala organización de las necesidades de cada farmacia, esto significa, que cada farmacia es ineficiente hacia el servicio del paciente.

Pasa solucionar este problema se hizo el análisis ABC y el modelo EOQ, la cual se puede concluir que las compras centralizadas realizadas una vez al año 80% de total de la compra, son las que el médico solicita, pero deben ser aprobados por la administración. Se recomienda usar un matriz Kraljic para poder detectar los productos estratégicos, de apalancamiento y cuellos de botella. [20]

La siguiente tesis, la cual el autor nos indica que presenta problemas en el proceso de almacenamiento y abastecimiento como efecto de la falta de información de medicamentos. Presenta un sobre stock de medicamentos porque hay medicamentos que ingresan sin ser demandados, por otra parte los productos con mayor demanda están escasos en la farmacia. Hay disconformidades por parte de los pacientes por las demoras en la atención de farmacias. Para este caso se inició aplicando el modelo EOQ para identificar los medicamentos necesarios en la farmacia y luego se mejoró implementando el código de barras en la clínica en el sector de almacén, permitiendo reducir el tiempo del medicamento es distribuido del almacén hacia las farmacias en un 40.13%. [21].

## **CAPÍTULO 4**

### **DESARROLLO METODOLÓGICO**

En el siguiente capítulo trataremos la metodología aplicada y nuestros instrumentos utilizados.

#### **4.1 Metodología**

La metodología a emplear se basa en la combinación del método ABC y el modelo EOQ. Como primer paso a realizar es la aplicación del método ABC, descritos en los pasos seguidos:

##### **4.1.1 Método ABC [22]:**

- Lista de todos los medicamentos que pertenecen al inventario.
- Ingresar precios y cantidad de medicamentos.
- Cálculo del valor total de medicamentos en cada área.
- Ordenar de acuerdo al valor obtenido.
- Realizar la participación relativa y la participación acumulada.
- Definir los grupos A, B y C.
- Analizar los resultados obtenidos.

Después de haber concluidos el método ABC, se base en la implementación del modelo EOQ en función a los siguientes pasos:

##### **4.1.2 Modelo EOQ [22]:**

- La lista de medicamentos seleccionada es conocida (método ABC).

- Costo por ordenar es constante a cada tipo de grupo.
- Costo por mantenimiento es constante a cada tipo de grupo.
- Fijar los días labores (se tomó 120 días)
- Tiempo de entrega es constante.
- Obtención de la cantidad óptima.
- Obtención del punto de reorden.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos.
- Comparación de resultados actuales con resultados de simulación.

## **4.2 Diseño de la Investigación**

El presente trabajo es una investigación aplicada. Posee un enfoque cuantitativo, por su nivel de estudio es experimental con propuesta de dos variables. Es donde se plasma de manera natural la problemática, para luego ser analizados, a su vez, poder aplicar métodos y herramientas para mejorar la gestión de abastecimiento de medicamentos de la farmacia del hospital III-Arequipa.

### **4.2.1 Población**

Todos los tipos de medicamentos que se encuentran en un hospital de categoría III de Arequipa, la cual requieren de un método empleado para su disposición correcta.

### **4.2.2 Muestra**

Los medicamentos seleccionados para hacer analizados en grupos:

- Medicamentos de mayor inventario.
- Medicamentos de mayor precio.
- Medicamentos de mayor demanda.

Para el detalle de cada muestra se selecciona a los tres primeros según a los inventarios presentados en las posteriores tablas.

### 4.2.3 Operacionalización de Variables

La siguiente Tabla 1, representa la matriz de operacionalización de variables:

#### Variable independiente

Re Diseño de estrategia de abastecimiento de la farmacia para poder determinar la cantidad óptima a pedir por cada medicamento en el área de farmacia central, reduciendo los tiempos de espera de los pacientes.

#### • Variable dependiente

La estrategia de abastecimiento de la farmacia considerando los pacientes atendidos en farmacia y tipo de medicamento que se encuentran a disposición de los pacientes.

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Escala
<b>Variable independiente:</b> Re Diseño de estrategia de abastecimiento aplicando el modelo EOQ	Parámetros de optimización	Abastecimiento óptimo	$Q = \sqrt{\frac{2DCP}{CMI}}$	Cantidad (unidades)
<b>Variable Dependiente:</b> Estrategia de abastecimiento de la farmacia.	Pacientes atendidos en farmacia	Tiempo de entrega de los medicamentos	Hoja de Observación	Tiempo (días)
	Tipo de medicamento en la farmacia.	Medicamentos mayor inventario	Hoja de medición de medicamentos	# tipos de medicamentos
		Medicamentos mayor precio		
		Medicamentos mayor demanda		

*Fuente: Autoría propia*

#### 4.2.4 Instrumentos

Los instrumentos elegidos para utilizar en este trabajo se detallan a continuación:

- Hoja de observación

En la Tabla 2 se muestra una hoja de observación realizada para el levantamiento de información sobre los pacientes atendidos en la farmacia con la relación de medicamentos faltantes en cada ventanilla.

Esta hoja de observación presenta datos generales del área, indicadores (días) y el número de ventanillas de atención en la farmacia.

Tabla 2 Hoja de observación.

HOJA DE OBSERVACIÓN				
Farmacia	Central		Fecha:	09/09/2019
Tipo de observación	Pacientes atendidos en farmacia		Hora inicio: 8:10 a.m.	Hora final: 12:10 p.m.
Asunto				
# ventanilla farmacia	Rango(días)			
Ventanilla 3	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)
# Atención al paciente				
Ventanilla 5	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)
# Atención al paciente				
Ventanilla 7	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)
# Atención al paciente				

*Fuente: Autoría propia*

- Hoja de medición de medicamentos

En la Tabla 3 se presenta una hoja de medición de medicamentos, la que detalla la descripción de cada medicamento, la cantidad que se encuentra disponible en el área de almacén/farmacia y el precio de cada medicamento.

Se basó de la información requerida del hospital, quien proporcionó la información correspondiente.

Tabla 3 Hoja de medición de medicamentos.

[illegible]

*Fuente: Autoría propia*



## **CAPÍTULO 5**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para este capítulo se realiza la colecta de información para luego ser interpretados.

#### **5.1 Diagnóstico inicial**

El estudio es aplicado en un hospital de categoría III de la ciudad de Arequipa, la cual presenta problema en la gestión de abastecimiento de la farmacia central.

Para la autorización de levantamiento de información se tuvo que realizar documentaciones. Estos documentos Anexo 1 y Anexo 2 se presentaron a las áreas de docente de investigación, tramite documentario y a la coordinadora de farmacia, las cuales fueron aprobadas luego de varios intentos. Luego se coordinó con la coordinadora de farmacia para realizar el levantamiento de información.

El día 9 de Setiembre del presente año, se realizó el levantamiento de información en el hospital de categoría III, la Figura 4 muestra a primera vista una larga cola de 25 pacientes en el área de farmacia central, pacientes esperando más de 1 hora por su atención. Profundizando el caso de las largas colas de los pacientes nos damos con la sorpresa de medicamentos agotados en el área de farmacia central y este trae el efecto expuesto.

Según a las entrevista realiza a la encargada de almacén y la encargada de compras, coinciden que la encargada de farmacia central se base en su experiencia y conocimiento empírico para realizar el pedido de medicamentos semanal, puesto no

tiene el conocimiento de un método de clasificación de medicamentos por mayor precio, demanda y rotación; tampoco posee ningún conocimiento en un modelo de pedido aplicado para optimizar la gestión de abastecimiento, la cual semana a semana hace el requerimiento constante al área de almacén.

Figura 4 Larga cola en farmacia.



*Fuente: Autoría propia*

El poco tiempo que me concedió el área de administración, lo dividí en etapas:




































- Recolección de datos en la farmacia central.
- Recolección de datos en el área de almacén.
- Recolección de datos en el área de compras.
- Recolección de datos en el área administrativa de medicamentos faltantes.

Se realiza el proceso de la farmacia central, la cual se detalla en la siguiente Tabla 4

Proceso de la farmacia pacientes : Llegada del paciente a la farmacia central esperando en las largas colas para su atención, luego pasa por el proceso de atención en la ventanilla y por último la salida del paciente de la farmacia central. Podemos percibir que aumenta el tiempo, cuando los medicamentos recetados están agotados en dicha área; peor aun teniendo el caso de personas de tercera edad, personas discapacitadas y personas embarazadas, porque el mismo encargado de la ventanilla tiene que

acompañar al paciente hacia el segundo nivel para que llenen otra ficha documentaria de medicamentos faltantes y así se retrasa aún más el servicio al paciente, mismo caso con los pacientes hospitalizados, los cuales requieren toda una lista de medicamentos y por una que falten siguen el mismo procedimiento descrito líneas arriba. Sin embargo, los pacientes hospitalizados por parte del Seguro Integral de Salud (SIS) tienen dos opciones para adquirir los medicamentos recetados, esperan a que se vuelva abastecer la farmacia central o comprarlos en los exteriores de la farmacia.

Tabla 4 Proceso de la farmacia pacientes (SIS)

PROCESO DE LA FARMACIA (SIS)						
		<b>Actual</b>		El Diagrama Empieza:		08:10 a.m.
<b>RESUMEN</b>		<b>#</b>	<b>Tpo</b>	El Diagrama Termina:		12:10 p.m.
	Operaciones	2	7	Elaborado por:		Julio Quispe
	Transporte	1	4	Fecha: 9/09/2019		
	Controles					
	Esperas	2	35			
	Almacenamiento					
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	<b>46</b>			
<b>Descripción Actividades</b>		<b>Op.</b>	<b>Trp.</b>	<b>Ctr.</b>	<b>Esp.</b>	<b>Alm.</b>
1 Llegada de pacientes al área de farmacia						
2 Espera a su atención (queue up)						
3 * Llegada a ventanilla y inscripción de requisitos						
4 ** Técnico acepta la receta con todos los requisitos de la documentación						
5 Se prepara la entrega de la receta						
6 Se entrega medicamentos						
<b>TOTAL</b>						<b>46</b>
* Se demora mas en caso de personas discapacitadas, de tercera edad y embarazadas						
** En caso de ser pacientes hospitalizados, ellos toman la decisión de esperar a su abastecimiento semanal o comprarlos en los exteriores del hospital						

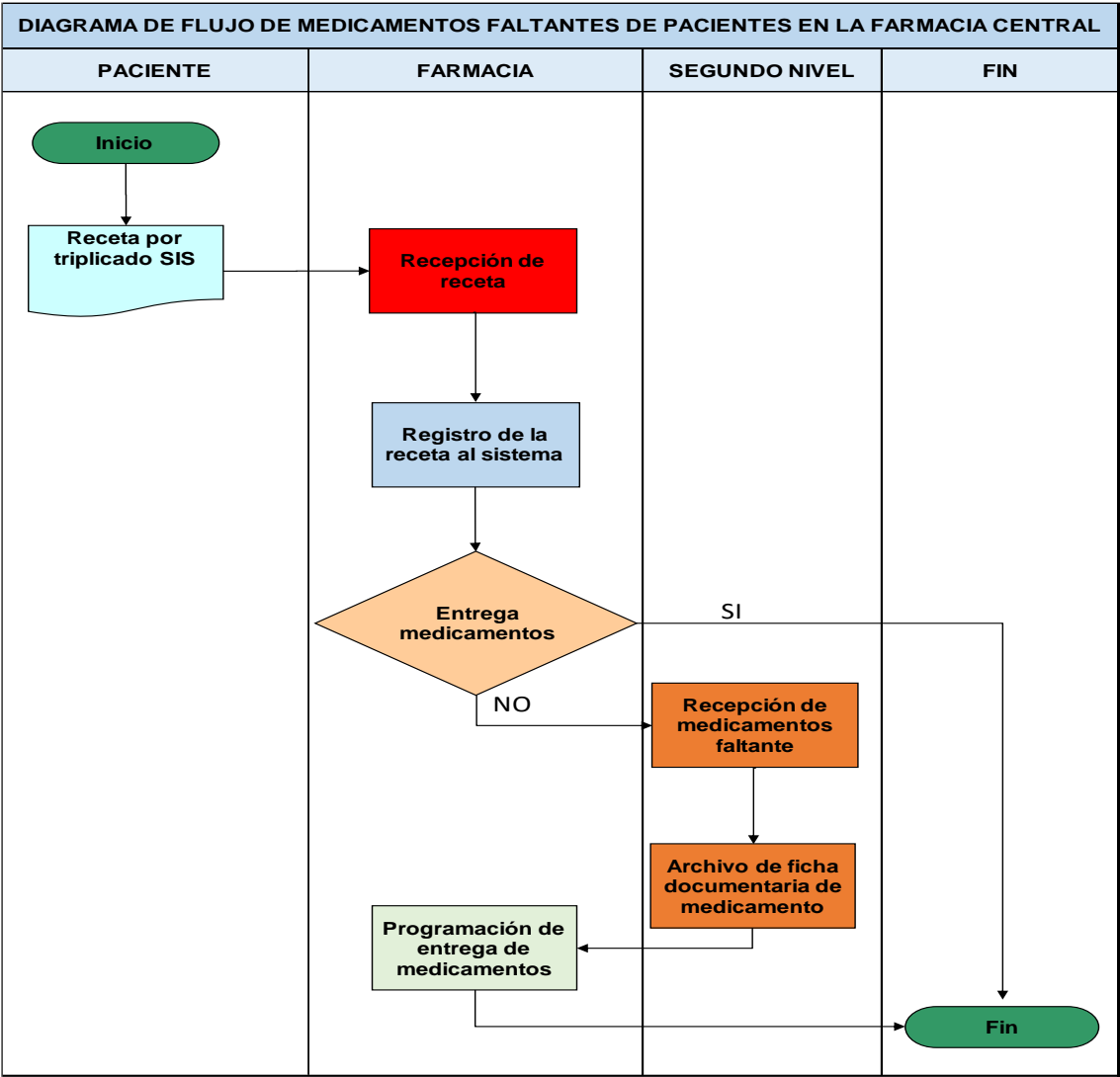
Fuente: Autoría propia

### 5.1.1 Diagrama operacional de proceso de medicamentos faltantes

La siguiente Gráfica 1 describe el diagrama de flujo de medicamentos faltantes en el área de farmacia central, la cual comienza con la llegada de pacientes con la receta por triplicado SIS, luego pasa por la recepción por parte del encargado de la farmacia, registro en el sistema, es aquí donde se toma una decisión si el

medicamento está disponible, se entrega al paciente y fin de la operación; pero si el medicamento está agotado estos siguen con un procedimiento en el segundo nivel, donde la correspondiente encargada recepciona los documentos por falta de medicamentos, los registra en el sistema, pasa con el llenado de fichas documentarias de medicamentos faltantes, luego estos son archivados según el nombre del paciente. El paciente vuelve hacia el primer nivel donde la encargada de farmacia le indique cuando volver por sus medicamentos faltantes. Este tiempo se programa siempre +1 día de la fecha indicada por deficiencias administrativas.

Gráfica 1 Diagrama de flujo en la farmacia central de medicamentos faltantes



Fuente: Autoría propia

La siguiente Tabla 5 muestra la cantidad de pacientes con medicamentos faltantes que fueron atendidos por las distintas ventanillas.

- Para la ventanilla 3, los pacientes que les faltan medicamentos fueron 8 pacientes.
- Para la ventanilla 5, los pacientes que le faltan medicamentos fueron 11 pacientes.
- Para la ventanilla 7, los pacientes que le faltan medicamentos fueron 14 pacientes.

Tabla 5 Cantidad de pacientes con medicamentos faltantes

HOJA DE OBSERVACIÓN				
Farmacia	Central		Fecha:	09/09/2019
Tipo de observación	Medicamentos faltantes		Hora inicio: 8:10 a.m.	Hora final: 12:10 p.m.
Asunto				
# Ventanillas en farmacia	Indicadores (días)			
Ventanilla 3	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)
# Pacientes	3	2	2	1
Ventanilla 5	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)
# Pacientes	2	5	3	1
Ventanilla 7	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)
# Pacientes	1	2	5	6

*Fuente: Autoría propia*

## 5.2 Propuesta de solución

Aplicando nuestra metodología en esta parte primero comenzamos desarrollando el método ABC y seguidamente del modelo EOQ.

### 5.2.1 Desarrollo del método ABC en los medicamentos del almacén y farmacia

Mediante el método ABC, nuestra primera actividad es realizar en una hoja de información donde tenga los siguientes puntos:

- Listado, orden, codificación, descripción, unidad, stock de todos los medicamentos analizados.

- Ingresando sus precios y cantidades por cada medicamento y posterior calcular el valor total en S/. en las áreas de farmacia y almacén.

Tabla 6 Hoja de información de medicamentos.

Orden	Código	Descripción	Unidad	Stock almacén	Stock farmacia	Precio	Valor en almacén (S/)	Valor en farmacia (S/)
1	+	GLIBENCLAMIDA	TAB	14000	1834	S/. 0.02	S/. 280.00	S/. 36.68
2	+	INSULINA CRIS. ACC INTERM	100UI/MLX1	0	18	S/. 9.20	S/. 0.00	S/. 165.60
3	+	INSULINA CRIS. ACC RAPIDA	100UI/MLX1	24	37	S/. 10.00	S/. 240.00	S/. 370.00
4	+	ETFORMINA 850 MG	TAB	81400	4778	S/. 0.06	S/. 4,884.00	S/. 286.68
5	+	ZIDOVUDINA	FCO	0	6	S/. 29.88	S/. 0.00	S/. 179.28
6	+	ACETAZOLAMIDA 240ML	TAB	900	215	S/. 0.21	S/. 189.00	S/. 45.15
7	+	ACICLOVIR 200MG	TAB	0	262	S/. 0.05	S/. 0.00	S/. 13.10
8	+	ACICLOVIR 400MG	TAB	6700	354	S/. 0.25	S/. 1,675.00	S/. 88.50
9	+	ACICLOVIR 250 MG	INY/10ML	0	39	S/. 16.10	S/. 0.00	S/. 627.90

*Fuente: Autoría propia*

De la siguiente Tabla 6, un ejemplo es para el medicamento Glibenclamida, la cual calculamos su valor total en el área de farmacia y almacén:

Precio: S/ 0.02 por unidad.

Stock disponible en almacén: 14000 unidades.

Stock disponible en farmacia: 1834 unidades.

Valor total = Stock disponible x Precio

Valor total en almacén = 14000 x 0.02 = S/ 280.00

Valor total en farmacia = 1834 x 0.02 = S/ 36.38

- En la Tabla 7 y Tabla 8, se realiza el ordenamiento de medicamentos respecto a los valores totales en cada área, este ordenamiento debe realizarse de mayor a menor valor total.

En el área de almacén el medicamento Ec Rituximab 500mg/50ml tiene el valor más alto expresado en S/ 214845.28. Mientras en el área de farmacia el medicamento Tamoxifeno 20mg tiene el valor más alto expresado en S/ 52827.17

Tabla 7 Ordenar valores totales en área de almacén

Orden	Código	Descripción	Unidad	Stock almacén	Stock farmacia	Precio	valor total en almacén (\$/.)
319	-	EC RITUXIMAB 500MG/50ML	INY	104	13	S/. 2,065.82	S/. 214,845.28
318	-	EC RITUXIMAB 100MG/10ML	INY	405	26	S/. 451.05	S/. 182,675.25
385	O*	TRASTUZUMAB 600MG/5ML	INY	36	7	S/. 4,212.29	S/. 151,642.44
379	O*	RITUXIMAB 500MG/50ML	INY	40	8	S/. 1,660.87	S/. 66,434.80
347	O*	CETUXIMAB 5MG/ML	INY	60	44	S/. 1,008.00	S/. 60,480.00
382	O*	TEMOZOLAMIDA 100MG	TAB	700	247	S/. 80.00	S/. 56,000.00
241	+	SEVOFLUORANO 250ML	FCO	299	8	S/. 152.55	S/. 45,612.45
197	+	MIDAZOLAM 50MG/10ML	AMP	6382	441	S/. 6.76	S/. 43,142.32
325	PF	PF CONDON UNIDAD	SOBRE	179716	0	S/. 0.24	S/. 43,131.84

*Fuente: Autoría propia*

Tabla 8 Ordenamiento de valores total en área de farmacia

Orden	Código	Descripción	Unidad	Stock farmacia	Precio	valor total en farmacia (\$/.)
381	O*	TAMOXIFENO 20MG	TAB	480247	S/. 0.11	S/. 52,827.17
347	O*	CETUXIMAB 5MG/ML	INY	44	S/. 1,008.00	S/. 44,352.00
385	O*	TRASTUZUMAB 600MG/5ML	INY	7	S/. 4,212.29	S/. 29,486.03
319	-	EC RITUXIMAB 500MG/50ML	INY	13	S/. 2,065.82	S/. 26,855.66
382	O*	TEMOZOLAMIDA 100MG	TAB	247	S/. 80.00	S/. 19,760.00
379	O*	RITUXIMAB 500MG/50ML	INY	8	S/. 1,660.87	S/. 13,286.96
318	-	EC RITUXIMAB 100MG/10ML	INY	26	S/. 451.05	S/. 11,727.30
384	O*	TRASTUZUMAB 440MG	UNIDAD	1	S/. 4,680.32	S/. 4,680.32
321	-	EC TRASTUZUMAB 20MG	INY	1	S/. 4,420.30	S/. 4,420.30

*Fuente: Autoría propia*

- Con los valores totales hallados, la siguiente operación es:

Participación relativa = Valor medicamento / Suma valores totales x 100%

Participación acumulada = Participación relativa inicial + Participación relativa actual

En la siguiente Tabla 9, desarrollamos el método ABC y definimos los grupos de acuerdo a la participación acumulada, la cual el marco teórico nos clasifica en 3 grupos:

A: se encuentran medicamentos de mayor precio.

B: se encuentran medicamentos de mayor inventario y mayor demanda.

C: se encuentran pocos medicamentos de mayor demanda y medicamentos constantes

Tabla 9 Clasificación de medicamentos por el método ABC

Descripción	Unidad	Stock almacén	Precio	valor total en almacén S/.	participación relativa	participación acumulada	ABC
EC RITUXIMAB 500MG/50ML	INY	104	S/. 2,065.82	S/. 214,845.28	11.1824%	11.1824%	A
EC RITUXIMAB 100MG/10ML	INY	405	S/. 451.05	S/. 182,675.25	9.5080%	20.6903%	A
TRASTUZUMAB 600MG/5ML	INY	36	S/. 4,212.29	S/. 151,642.44	7.8928%	28.5831%	A
MIDAZOLAM 50MG/10ML	AMP	6382	S/. 6.76	S/. 43,142.32	2.2455%	42.7230%	A
VANCOMICINA 500MG	FCO	15000	S/. 1.98	S/. 29,700.00	1.5458%	46.5138%	A
CLINDAMICINA 600MG	AMP	17300	S/. 1.14	S/. 19,722.00	1.0265%	54.6548%	A
CEFTRIAXONA 1G	FCO/S	13800	S/. 0.97	S/. 13,386.00	0.6967%	65.6726%	A
AMOXICILINA+AC. CLAVULAN	TAB	23700	S/. 0.55	S/. 13,035.00	0.6785%	67.0319%	A
TRIANCINOLONA 50MG/5ML	INY	525	S/. 11.78	S/. 6,184.50	0.3219%	79.3691%	A
DICLOXACILINA 500MG	CAPSULA	33800	S/. 0.18	S/. 6,084.00	0.3167%	79.6858%	A
EC ONDANSETRON 2MG/ML	INY	11700	S/. 0.51	S/. 5,967.00	0.3106%	80.3107%	B
CIPROFLOXACINO 500MG	TAB	52900	S/. 0.10	S/. 5,290.00	0.2753%	82.3158%	B
ETFORMINA 850 MG	TAB	81400	S/. 0.06	S/. 4,884.00	0.2542%	83.8881%	B
CARBAMAZEPINA 100MG/5ML	TAB	38500	S/. 0.09	S/. 3,465.00	0.1803%	87.1164%	B
SERTRALINA 50MG	TAB	51000	S/. 0.06	S/. 3,060.00	0.1593%	88.4579%	B
ACIDO ACETILSALICILICO 10	TAB	80200	S/. 0.03	S/. 2,406.00	0.1252%	91.2862%	B
LEVOTIROXINA 100UG	TAB	47300	S/. 0.05	S/. 2,365.00	0.1231%	91.4093%	B
PARACETAMOL 500MG	TAB	67700	S/. 0.03	S/. 2,031.00	0.1057%	93.1299%	B
ENALAPRIL 10MG	TAB	66300	S/. 0.03	S/. 1,989.00	0.1035%	93.4422%	B
OMEPRAZOL 20MG	CAPSULA	46600	S/. 0.04	S/. 1,864.00	0.0970%	93.9415%	B
HIDROXICARBAMIDA 500MG	TAB	600	S/. 2.54	S/. 1,524.00	0.0793%	95.0696%	C
CLOZAPINA	TAB	5700	S/. 0.25	S/. 1,425.00	0.0742%	95.6854%	C
AMPICILINA SOD 1G	VIAL/S/DIS	1640	S/. 0.86	S/. 1,410.40	0.0734%	95.7588%	C
TRAMADOL 50MG	TAB	28100	S/. 0.05	S/. 1,405.00	0.0731%	95.8319%	C
DIMENHIDRINATO 50MG	TAB	39800	S/. 0.03	S/. 1,194.00	0.0621%	96.3739%	C
CLONAZEPAM 2MG	TAB	57300	S/. 0.02	S/. 1,146.00	0.0596%	96.6154%	C
DICLOFENACO 75MG	AMP	10200	S/. 0.11	S/. 1,122.00	0.0584%	96.7926%	C
PREDNISONA 5MG	TAB	34900	S/. 0.03	S/. 1,047.00	0.0545%	97.0161%	C
AGUA OXIGENADA 3% 10 VOL	FCO/120ML	35	S/. 0.55	S/. 19.25	0.0010%	99.9993%	C
MEBENDAZOL 100MG/5ML	FCO	12	S/. 1.19	S/. 14.28	0.0007%	100.0000%	C
TOTAL				S/. 1,921,287.69	100%		

Fuente: Autoría propia

La siguiente Tabla 10 y Gráfica 2 muestra los resultados de la clasificación del método ABC en el almacén

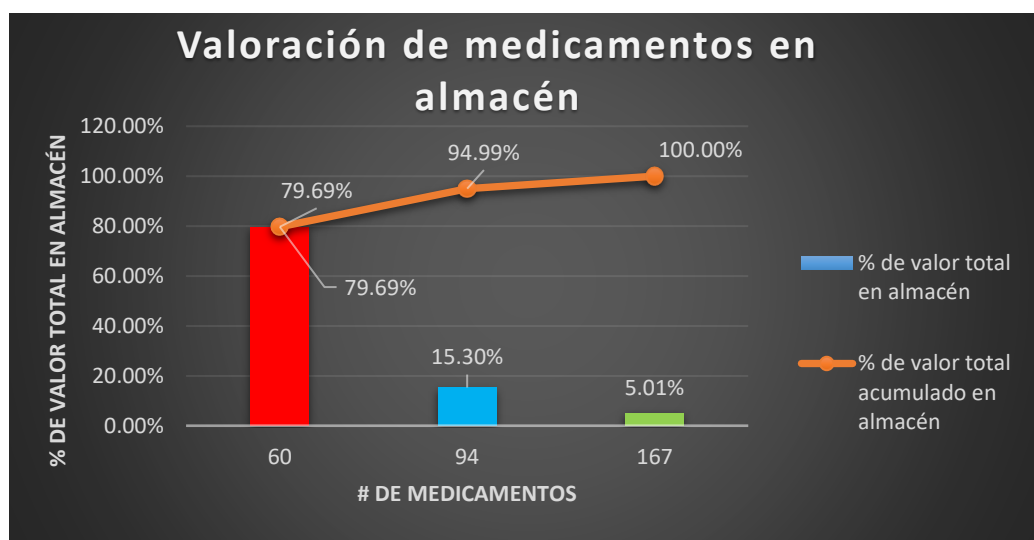
Tabla 10 Método ABC en medicamentos del almacén

%	ABC	# de medicamentos	% de medicamentos	% de medicamentos acumulados	valor total en almacén	% de valor total en almacén	% de valor total acumulado en almacén
0-80	A	60	18.69%	19%	S/. 1,530,992.96	79.69%	79.69%
81-95	B	94	29.28%	48%	S/. 294,043.41	15.30%	94.99%
96-100	C	167	52.02%	100%	S/. 96,251.32	5.01%	100.00%
TOTAL		321	100%		S/. 1,921,287.69	100.00%	

Fuente: Autoría propia



Gráfica 2 Valoración de medicamentos en almacén



Fuente: Autoría propia

A: medicamentos con un 79.69 % expresado en valor total S/. 1530992.96. Debemos tener mayor cuidado en el abastecimiento, almacenamiento y distribución de estos medicamentos ya que con una mala manipulación nos puede costar caro y primordialmente a nuestros pacientes ya que esperan estos medicamentos para su tratamiento.

Ejemplo es el medicamento Trastuzumab 600mg/5ml valorizado S/. 4212.29 por unidad y en el área de almacén hay 36 unidades, valor total S/. 151642.44.

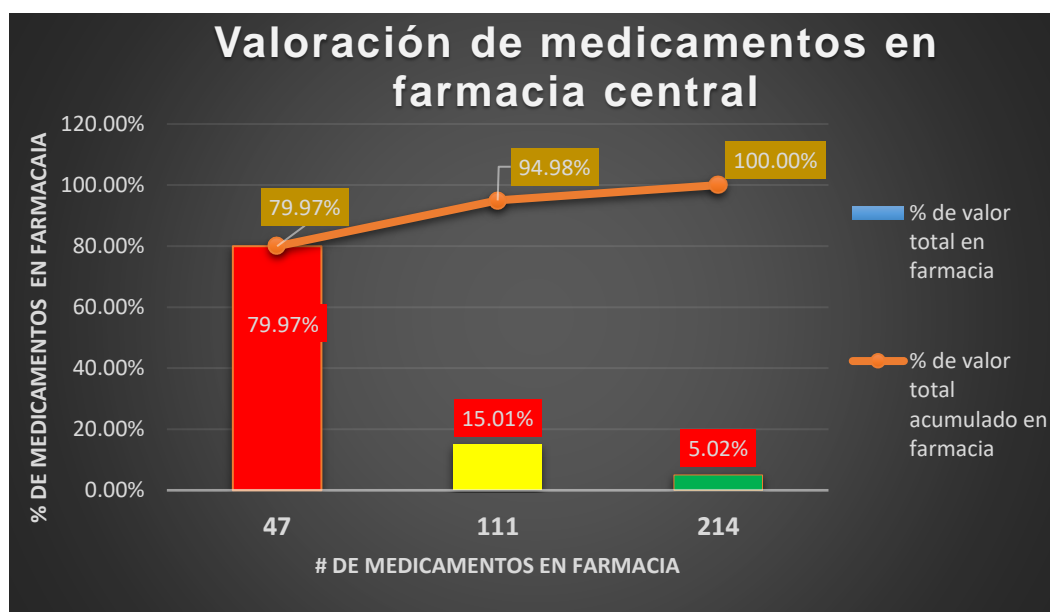
La siguiente Tabla 11 y Gráfica 3 muestra los resultados de la clasificación del método ABC en la farmacia central.

Tabla 11 Método ABC de medicamentos de la farmacia central

%	ABC	# de medicamentos	% de medicamentos	% de medicamentos acumulados	valor total en farmacia	% de valor total en farmacia	% de valor total acumulado en farmacia
0-80	A	47	13%	13%	S/. 281,038.09	79.97%	79.97%
81-95	B	111	30%	42%	S/. 52,745.70	15.01%	94.98%
96-100	C	214	58%	100%	S/. 17,656.49	5.02%	100.00%
TOTAL		372	100%		S/. 351,440.28	100.00%	

Fuente: Autoría propia

Gráfica 3 Valoración de medicamentos en farmacia central



*Fuente: Autoría propia*

A: medicamentos con un 79.97 % expresado en valor total S/. 281038.09. Debemos tener mayor cuidado en el abastecimiento y almacenamiento de estos medicamentos ya que con una mala manipulación nos puede costar caro y primordialmente a nuestros pacientes ya que esperan estos medicamentos para su tratamiento.

Ejemplo es el medicamento Cetuximab 5mg/ml valorizado S/. 1,008.00 por unidad y en el área de farmacia central hay 44 unidades, valor total S/. 44352.00

### 5.2.2 Medicamentos faltantes en el área de almacén y farmacia

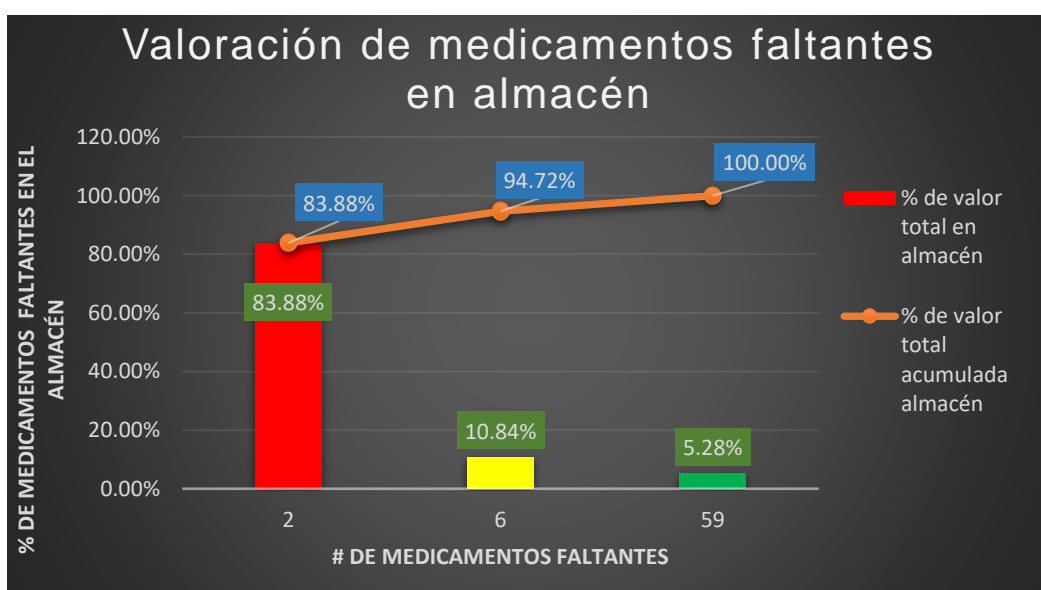
Para esta ocasión el margen del grupo A se incrementa a 85% ya que son dos medicamentos superiores a la caja chica de S/.1000. Estos medicamentos para su compra tienen que seguir otro procedimiento más complejo para su adquisición y abastecimiento de la farmacia central. Para la adquisición del grupo A se tardaría un aproximadamente 15-30 días y eso si hay presupuesto en el hospital, por esta parte, sería crucial interrumpir y retardar el tratamiento u operación de un paciente.

Tabla 12 Método ABC en medicamentos faltantes del almacén

%	ABC	# de medicamentos	% de medicamentos	% de medicamentos acumulados	valor total en almacén	% de valor total en almacén	% de valor total acumulada almacén
0-85	A	2	3%	3%	S/. 9,100.62	83.88%	83.88%
86-95	B	6	9%	12%	S/. 1,175.78	10.84%	94.72%
96-100	C	59	88%	100%	S/. 573.09	5.28%	100.00%
TOTAL		67	100%		S/. 10,849.49	100.00%	

*Fuente: Autoría propia*

Gráfica 4 Valoración de medicamentos faltantes en almacén



*Fuente: Autoría propia*

Las siguientes Tabla 12 y Gráfica 4, clasifican los medicamentos en 3 grupos:

A: medicamentos faltantes con un 83.88% expresado en valor total S/. 9100.62 Trastuzumab 440mg valorizado en S/. 4,680.32 x unidad; las cuales sobrepasan el monto de la caja chica que manejan.

C: Iopamidol 300mg/100ml S/. 70.77, si el medicamento con suma urgencia se puede comprar con la caja chica que manejan.

Para medicamentos faltantes en la farmacia central se aumentó el margen del método ABC del grupo A con un valor porcentual de 85%.

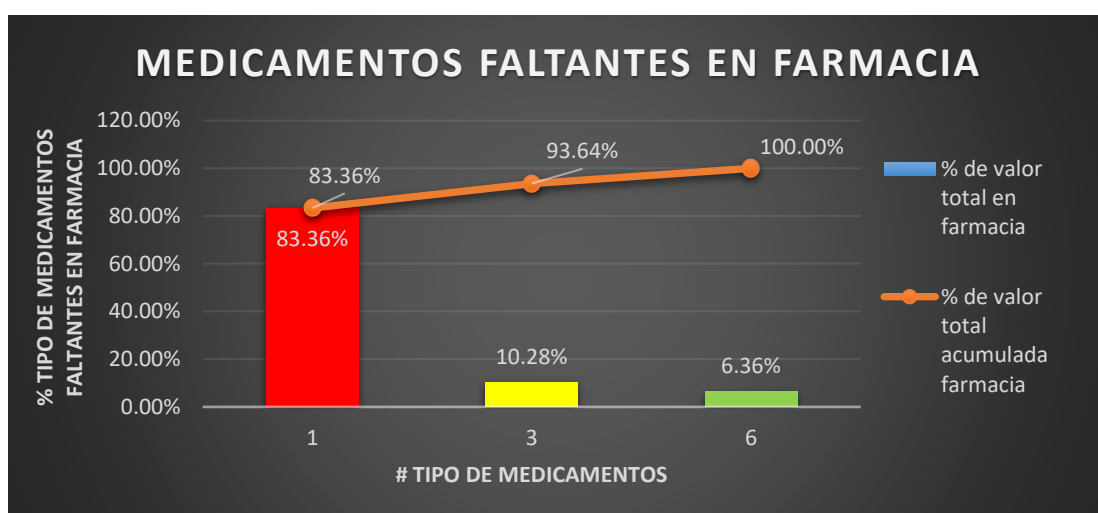
Por esta parte son medicamentos que no se encuentran en las dos áreas y quizás debemos tomar con mucha seriedad nuestro método de abastecimiento, puesto que, sin un control de stock de medicamentos, nos enteremos a última hora de los medicamentos faltantes.

Tabla 13 Medicamentos faltantes en almacén y farmacia

%	ABC	# de medicamentos	% de medicamentos	% de medicamentos acumulados	valor total en farmacia	% de valor total en farmacia	% de valor total acumulada farmacia
0-85	A	1	10%	10%	S/. 627.12	83.36%	83.36%
86-95	B	3	30%	40%	S/. 77.37	10.28%	93.64%
96-100	C	6	60%	100%	S/. 47.82	6.36%	100.00%
TOTAL		10	100%		S/. 752.31	100.00%	

*Fuente: Autoría propia*

Gráfica 5 Valoración de medicamentos faltantes



*Fuente: Autoría propia*

En la siguiente Tabla 13 y Gráfica 5 muestra los medicamentos faltantes en farmacia central, las cuales debemos dar prioridad a grupo A con un 83.36 % expresado en valor total de S/. 627.12.

Ejemplo es el Inmunoglobulina anti 300ug/2ml, las cuales no se encuentran en la farmacia ni en el almacén, su precio S/. 627.12 x unidad.

### 5.2.3 Tiempo total de medicamentos faltantes a Pacientes

La siguiente Tabla 14, es el total de pacientes atendidos con falta de medicamentos en la farmacia central; dentro de 4 horas de trabajo fueron 33 pacientes con falta de medicamentos, las cuales se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 14 Pacientes con falta de medicamentos

NÚMERO DE PACIENTES CON FALTA DE MEDICAMENTOS EN FARMACIA (4 Horas)							
VENTANILLAS DE FARMACIA	(0-1)	(2-3)	(4-5)	(6-mas)	TOTAL ATENDIDOS	PARTICIPACION EFECTIVA	PARTICIPACION ACUMULADA
VENTANILLA 3	3	2	2	1	8	24.24%	24.24%
VENTANILLA 5	2	5	3	1	11	33.33%	57.58%
VENTANILLA 7	1	2	5	6	14	42.42%	100.00%
TOTAL					33	100.00%	

*Fuente: Autoría propia*

Tabla 15 Tiempo total de paciente con falta de medicamentos

TIEMPO TOTAL DE PACIENTES CON FALTA DE MEDICAMENTOS (DÍAS)							
VENTANILLAS DE FARMACIA	1	3	5	6	TOTAL (DÍAS)	PARTICIPACION EFECTIVA	PARTICIPACION ACUMULADA
VENTANILLA 3	3	6	10	6	25	19.08%	19.08%
VENTANILLA 5	2	15	15	6	38	29.01%	48.09%
VENTANILLA 7	1	6	25	36	68	51.91%	100.00%
TOTAL					131	100.00%	

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 15, muestran los datos obtenidos del tiempo que pasa para completar los medicamentos faltantes a los pacientes. En las 4 horas del levantamiento de información fueron 33 pacientes con falta de algunos medicamentos, las cuales sumados todos los tiempos nos da 131 días acumulados.

### 5.2.4 Desarrollo del modelo EOQ

Luego de realizar nuestro método ABC, teniendo nuestros grupos ya seleccionados, pasamos con el desarrollo del modelo EOQ, la cual nos da una

cantidad óptima a pedir, para tener una mayor disponibilidad de nuestros medicamentos en la farmacia.

- Lista de medicamentos es conocida de acuerdo a la base de información que manejamos en el método ABC.

- De acuerdo a los datos proporcionados por el hospital de categoría III:

Costo por ordenar medicamento de mayor demanda = S/. 33.00

Costo por ordenar medicamento de mayor precio = S/. 40.00

Costo por ordenar medicamento de mayor inventario = S/. 35.00

Costo por mantener medicamento de mayor demanda = S/. 0.95

Costo por mantener medicamento de mayor precio = S/. 8.00

Costo por mantener medicamento de mayor inventario = S/. 1.00

Días laborables = 120 días

- Tiempo de entrega = 1 día

### Modelo EOQ para medicamento de mayor demanda

Ahora desarrollamos el modelo EOQ para los medicamentos de mayor demanda, la cual vemos en las siguientes tablas:

Tabla 16 Modelo EOQ medicamentos mayor demanda (Metformina 850mg)

MODELO EOQ			
METFORMINA 850 MG	Medicamento para tratar la diabetes		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	81400	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	33	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	0.95	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	2378	UNIDADES	Se debe abastecerse de 2378 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	34	ORDENES	Se puede hacer 34 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	4	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 4 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	678	UNIDADES	Cuando el inventario este en 678 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 16, representa el medicamento Metformina 850 mg, el cual tiene la mayor demanda. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de  $Q=2378$  unidades, debemos hacer en estos 34 órdenes por 4 meses de la misma cantidad óptima, nuestro punto de reorden es cuando el nivel de inventario llegue a 678 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

Tabla 17 Modelo EOQ medicamentos mayor demanda (Ciprofloxacino 500mg)

MODELO EOQ			
CIPROFLOXACINO 500MG	Medicamento para tratar o prevenir infecciones causadas por bacterias como		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	52900	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	33	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	0.95	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	1917	UNIDADES	Se debe abastecerse de 1917 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	28	ORDENES	Se puede hacer 28 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	4	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 4 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	441	UNIDADES	Cuando el inventario este en 441 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 17, representa el medicamento Ciprofloxacino 500mg, medicamento de mayor demanda. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de  $Q=1917$  unidades, debemos hacer en estos 28 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden es cuando el nivel de inventario llegue a 441 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

Tabla 18 Modelo EOQ medicamentos mayor demanda (Sertralina 50mg)

MODELO EOQ			
SERTRALINA 50 MG	Medicamento se utiliza para el tratamiento de depresión		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	51000	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	33	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	0.95	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	1882	UNIDADES	Se debe abastecerse de 1882 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	27	ORDENES	Se puede hacer 27 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	4	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 4 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	425	UNIDADES	Cuando el inventario este en 425 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 18, representa el medicamento Ciprofloxacino 500mg, medicamento de mayor demanda. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de Q=1882 unidades, debemos hacer en estos 27 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden es cuando el nivel de inventario llegue a 425 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

### Modelo EOQ para medicamento de mayor precio

Ahora desarrollamos el modelo EOQ para los medicamentos de mayor precio, la cual vemos en las siguientes tablas:

Tabla 19 Modelo EOQ medicamentos mayor precio (Rituximab 500mg/500ml)

MODELO EOQ			
RITUXIMAB 500MG/50ML	Medicamento para tratar los síntomas de la artritis reumatoide grave en adultos		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	104	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	40	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	8	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	32	UNIDADES	Se debe abastecerse de 32 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	3	ORDENES	Se puede hacer 3 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	40	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 40 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	3	UNIDADES	Cuando el inventario este en 3 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*



La siguiente Tabla 19, representa el medicamento Rituximab 500mg/500ml, medicamento de mayor precio S/. 2065.82. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de Q=32 unidades, debemos hacer en estos 3 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden es cuando el nivel de inventario llegue a 3 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

Tabla 20 Modelo EOQ medicamentos mayor precio (Trastuzumab 600mg/5ml)

MODELO EOQ			
TRASTUZUMAB 600MG/5ML	Medicamento para el tratamiento de pacientes adultos con cáncer		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	36	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	40	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	8	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	19	UNIDADES	Se debe abastecerse de 19 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	2	ORDENES	Se puede hacer 2 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	60	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 60 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	2	UNIDADES	Cuando el inventario este en 2 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 20, representa el medicamento Trastuzumab 600mg/5ml, medicamento de mayor precio S/. 4212.59. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de Q=19 unidades, debemos hacer en estos 2 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden es cuando el nivel de inventario llegue a 2 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

Tabla 21 Modelo EOQ medicamentos mayor precio (Cetuximab 5mg/ml)

MODELO EOQ			
CETUXIMAB 5MG/ML	Medicamento para el tratamiento de pacientes con cáncer colorrectal		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	60	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	40	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	8	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	24	UNIDADES	Se debe abastecerse de 24 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	3	ORDENES	Se puede hacer 3 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	40	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 40 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	3	UNIDADES	Cuando el inventario este en 3 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 21, representa el medicamento Cetuximab 5mg/ml, medicamento de mayor precio S/. 1008.00. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de  $Q=24$  unidades, debemos hacer en estos 3 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden es cuando el nivel de inventario llegue a 3 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

### Modelo EOQ para medicamento de mayor inventario

Ahora desarrollamos el modelo EOQ para los medicamentos de mayor inventario, la cual vemos en las siguientes tablas:

Tabla 22 Modelo EOQ medicamentos mayor inventario (Ácido acetilsalicílico 10)

MODELO EOQ			
ACIDO ACETILSALICILICO 10	Medicamento para personas con enfermedades en arteria coronaria		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	80200	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	35	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	1	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	2369	UNIDADES	Se debe abastecerse de 2369 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	34	ORDENES	Se puede hacer 34 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	4	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 4 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	668	UNIDADES	Cuando el inventario este en 668 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 22, representa el medicamento Ácido acetilsalicílico 10, medicamento de mayor inventario 80200 unidades. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de  $Q=2369$  unidades, debemos hacer en estos 34 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden cuando el nivel de inventario llegue a 668 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

Tabla 23 Modelo EOQ medicamentos mayor inventario (Paracetamol 500mg)

MODELO EOQ			
PARACETAMOL 500MG	Medicamento para reducir la fiebre y aliviar el dolor		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	67700	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	35	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	1	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	2177	UNIDADES	Se debe abastecerse de 2177 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS (N)	31	ORDENES	Se puede hacer 31 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	4	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 4 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	564	UNIDADES	Cuando el inventario este en 564 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 23, representa el medicamento Paracetamol 500mg, medicamento de mayor inventario 67700 unidades. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de Q=2177 unidades, debemos hacer en estos 31 órdenes por 4 meses, nuestro punto de reorden cuando el nivel de inventario llegue a 564 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

Tabla 24 Modelo EOQ medicamentos mayor inventario (Enalapril 10mg)

MODELO EOQ			
ENALAPRIL 10MG	Medicamento se usa para el tratamiento hipertensión y para tratar el fallo cardíaco congestivo en los adultos		
ITEM	NÚMEROS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
DEMANDA (D)	66300	ANUAL	
COSTO POR PEDIR (S)	35	POR PEDIDO	
COSTO POR MANTENIMIENTO PEDIDOS (H)	1	ANUAL POR UNIDAD	
NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	120	4 MESES	
LEAD TIME (L)	1	DIARIO	Todo nuestros pedidos se realizan en un día
CANTIDAD DE PEDIDO OPTIMO (Q)	2154	UNIDADES	Se debe abastecerse de 2154 unidades por cada pedido
NÚMERO ÓPTIMO DE PEDIDOS	31	ORDENES	Se puede hacer 31 pedidos por 4 meses
TIEMPO ENTRE PEDIDOS (LL)	4	DÍAS	El tiempo entre pedidos es de 4 Días
PUNTO DE REORDEN (ROP)	553	UNIDADES	Cuando el inventario este en 553 unidades, se debe realizar un nuevo pedido

*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 24, representa el medicamento Enalapril 10mg, medicamento de mayor inventario 66300 unidades. Al desarrollar nuestro modelo EOQ, tenemos un resultado de Q=2154 unidades, debemos hacer en estos 31 órdenes

por 4 meses, nuestro punto de reorden cuando el nivel de inventario llegue a 553 unidades debemos colocar una nueva orden de pedido.

### 5.3 Análisis de resultados

De acuerdo al indicador en la operacionalización de variables, obtenemos los siguientes resultados.

Para determinar la cantidad óptima, tiempo entre órdenes y el punto de reorden, se utilizó las siguientes formula:

$$Q = \sqrt{\frac{2DCP}{CMI}}$$

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$ROP = \frac{D}{T} \times L$$

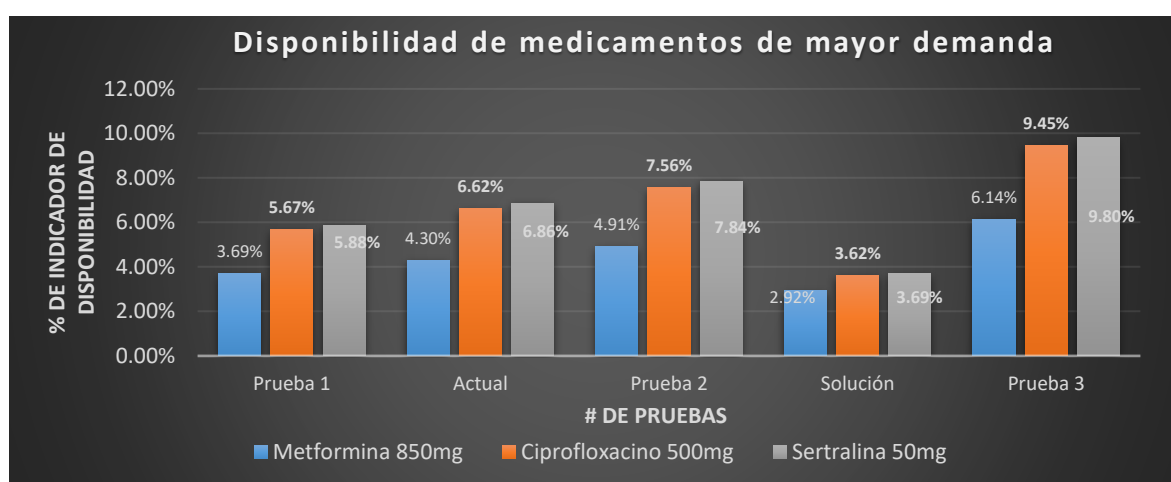
#### Medicamentos de mayor demanda

Tabla 25 Comparación de resultados de medicamentos de mayor demanda

Medicamentos de mayor demanda												
	Cantidad a pedir					Tiempo entre órdenes (días)		Pedidos		Punto de reorden		stock
	Prueba 1	Actual	Prueba 2	Solución	Prueba 3	Actual	Ahora	# de pedidos (semanal)	# de pedidos (día)	Actual	Ahora	
Metformina 850mg	3000	3500	4000	2378	5000	7	4	16	34	0	678	81400
Ciprofloxacino 500mg	3000	3500	4000	1917	5000	7	4	16	28	0	441	52900
Sertralina 50mg	3000	3500	4000	1882	5000	7	4	16	27	0	425	51000

*Fuente: Autoría propia*

Gráfica 6 Indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor demanda



*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 25 y la Gráfica 6, representa la comparación de la disponibilidad de medicamentos de mayor demanda en la farmacia central, donde realizamos y comparamos 3 pruebas, la situación actual y nuestra solución. En la prueba 1, los medicamentos seleccionados Metformina 850mg (3.69%), Ciprofloxacino 500mg (5.67%) y Sertralina 50mg (5.88%), se encuentran con disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, pero son pocas cantidades de medicamento Metformina 850mg para la farmacia central.

En la situación actual, los medicamentos seleccionados, Ciprofloxacino 500mg (6.62%) y Sertralina 50mg (6.86%), se encuentran en disponibilidad sobrestock (disponibilidad  $> 6$ ), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos.

En la prueba 2, los medicamentos seleccionados, Ciprofloxacino 500mg (7.56%) y Sertralina 50mg (7.84%), se encuentran en disponibilidad sobrestock (disponibilidad  $> 6$ ), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos.

En nuestra simulación, los medicamentos seleccionados, Metformina 850mg (2.92%), Ciprofloxacino 500mg (3.62%) y Sertralina 50mg (3.69%), se encuentran en disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, las cantidades de cada medicamento se aproximan a valor de stock, esto hace que tengamos una eficiente disponibilidad de medicamentos en la farmacia central.

En la prueba 3, los 3 medicamentos seleccionados, Metformina 850mg (6.14%), Ciprofloxacino 500mg (9.45%) y Sertralina 50mg (9.80%), se encuentran en disponibilidad sobrestock (disponibilidad  $> 6$ ), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos.

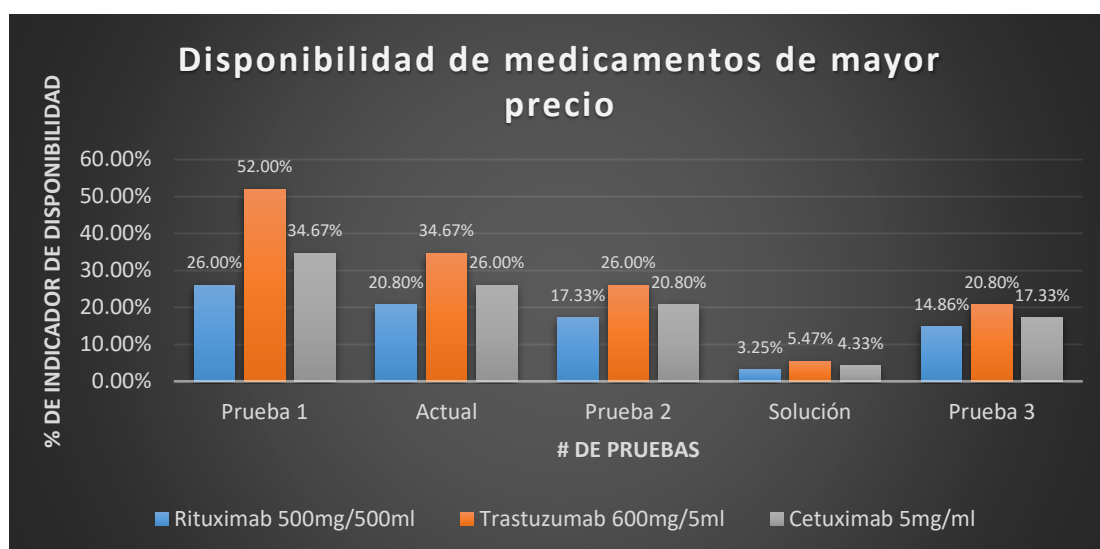
## Medicamentos de mayor precio

Tabla 26 Comparación de resultados de medicamentos de mayor precio

	Medicamentos de mayor precio											
	Cantidad a pedir					Tiempo entre órdenes (días)		Pedidos		Punto de reorden		stock
	Prueba 1	Actual	Prueba 2	Solución	Prueba 3	Actual	Ahora	# de pedidos (semanal)	# de pedidos (día)	Actual	Ahora	
Rituximab 500mg/500ml	4	5	6	32	7	7	40	16	3	0	3	104
Trastuzumab 600mg/5ml	2	3	4	19	5	7	60	16	2	0	2	36
Cetuximab 5mg/ml	3	4	5	24	6	7	40	16	3	0	3	60

*Fuente: Autoría propia*

Gráfica 7 Indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor precio



*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 26 u Gráfica 7, representa la comparación del indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor precio en la farmacia central, donde realizamos y comparamos 3 pruebas, la situación actual y nuestra solución. En la prueba 1, los medicamentos seleccionados Rituximab 500mg/500ml (26%), Trastuzumab 600mg/5ml (52%) y Cetuximab 5mg/ml (34.67%), se encuentran con una disponibilidad sobrestock (disponibilidad > 6), requiere cuidado en la fecha de vencimiento de estos medicamentos.

En la situación actual, los medicamentos seleccionados, Rituximab 500mg/500ml (20.8%), Trastuzumab 600mg/5ml (34.57%) y Cetuximab 5mg/ml (26%), se encuentran en disponibilidad sobrestock (disponibilidad > 6), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos.

En nuestra simulación, los medicamentos seleccionados, Rituximab 500mg/500ml (3.25%), Trastuzumab 600mg/5ml (5.74%) y Cetuximab 5mg/ml (4.33%), se encuentran en disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, las cantidades de cada medicamento se aproximan a valor de stock, esto hace que tengamos una eficiente disponibilidad de medicamentos en la farmacia central.

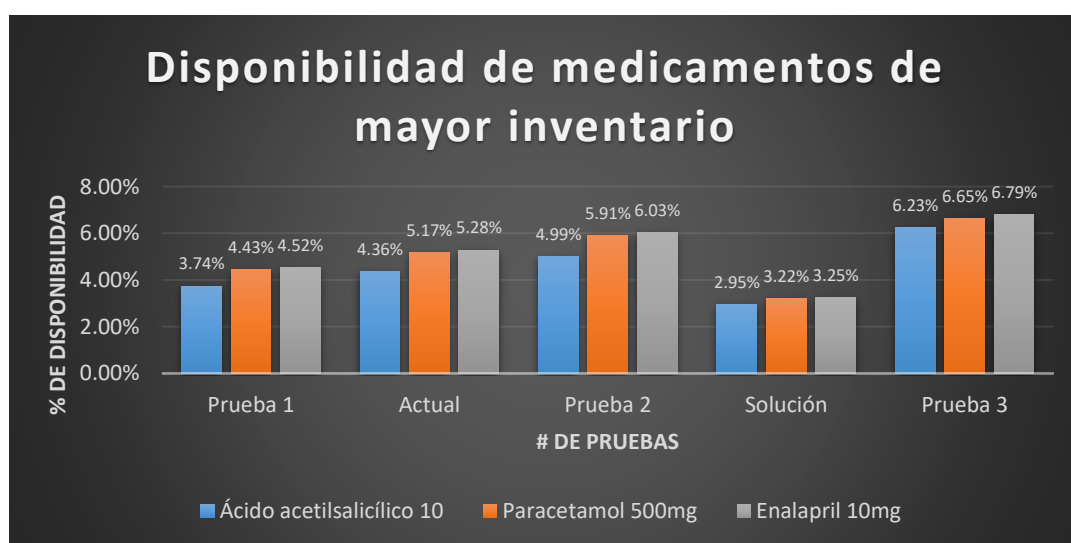
### Medicamentos de mayor inventario

Tabla 27 Comparación de resultados de medicamentos de mayor inventario

Medicamentos de mayor inventario												
	Cantidad a pedir					Tiempo entre órdenes (días)		Pedidos		Punto de reorden		stock
	Prueba 1	Actual	Prueba 2	Solución	Prueba 3	Actual	Ahora	# de pedidos (semanal)	# de pedidos (día)	Actual	Ahora	
Ácido acetilsalicílico 10	3000	3500	4000	2369	5000	7	4	16	34	0	668	80200
Paracetamol 500mg	3000	3500	4000	2177	4500	7	4	16	31	0	564	67700
Enalapril 10mg	3000	3500	4000	2154	4500	7	4	16	31	0	553	66300

*Fuente: Autoría propia*

Gráfica 8 Indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor inventario



*Fuente: Autoría propia*

La siguiente Tabla 27 y Gráfica 8, representa la comparación del indicador de disponibilidad de medicamentos de mayor inventario en la farmacia central, donde realizamos y comparamos 3 pruebas, la situación actual y nuestra solución. En la prueba 1, los medicamentos seleccionados Ácido acetilsalicílico 10 (3.74%), Paracetamol 500mg (4.43%) y Enalapril 10mg (4.52%), se encuentran con disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, pero con cantidades mínimas de los 3 medicamentos para la farmacia central.

En la situación actual, los medicamentos seleccionados, Ácido acetilsalicílico 10 (4.36%), Paracetamol 500mg (5.17%) y Enalapril 10mg (5.28%), se encuentran con disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, con cantidades aproximándose al stock real.

En la prueba 2, los medicamentos seleccionados, Ácido acetilsalicílico 10 (4.99%), Paracetamol 500mg (5.91%) y Enalapril 10mg (6.03%), donde el medicamento Enalapril se encuentra en disponibilidad sobrestock (disponibilidad  $> 6$ ), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos.

En nuestra simulación, los medicamentos seleccionados, Ácido acetilsalicílico 10 (2.95%), Paracetamol 500mg (3.22%) y Enalapril 10mg (3.25%), se encuentran en disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, las cantidades de cada medicamento se aproximan a valor de stock, esto hace que tengamos una eficiente disponibilidad de medicamentos en la farmacia central.

En la prueba 3, los 3 medicamentos seleccionados, Ácido acetilsalicílico 10 (6.23%), Paracetamol 500mg (6.65%) y Enalapril 10mg (6.79%), se encuentran en disponibilidad sobrestock (disponibilidad  $> 6$ ), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos.



## **CONCLUSIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- Se determinó los parámetros de optimización adecuados “Q” a cada una de las muestras seleccionadas: medicamentos de mayor demanda; Metformina 850mg cuya Q: 2378 unidades, las cuales se debe pedir cada 4 días, medicamentos de mayor precio; Rituximab 500mg/500ml cuya Q: 32 unidades, las cuales se debe pedir cada 40 días y medicamentos de mayor inventario; Paracetamol 500mg cuya Q: 2177 unidades, las cuales se debe pedir cada 4 días, las cuales pueden ser tomadas como referencia para mejorar la gestión de abastecimiento de la farmacia central del hospital de categoría III.
- Se identificó que la gestión de abastecimiento de la farmacia central del hospital de categoría III, es manejada empíricamente por la encargada de farmacia, esto se manifiesta en la indisponibilidad de medicamentos en el momento correcto, la cual trae consecuencia en el retardo de medicamentos de 1 día y en otros casos hasta volver a programar el abastecimiento semanal.
- Se desarrolló una simulación en Excel, la cual detallamos el indicador de disponibilidad que tienen nuestros medicamentos seleccionados:
- Medicamentos de mayor demanda, con la situación actual posee, 2/3 medicamentos están en disponibilidad de sobrestock (disponibilidad > 6), con

nuestra solución estos medicamentos se encuentran en disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, las cuales son eficientes para nuestra disponibilidad en farmacia central.

- Medicamentos de mayor precio, con la situación actual, los medicamentos Rituximab 500mg/500ml (20.8%), Trastuzumab 600mg/5ml (34.57%) y Cetuximab 5mg/ml (26%), se encuentran con mucha disponibilidad sobrestock (disponibilidad  $> 6$ ), debemos tener cuidado con la fecha de vencimiento de estos medicamentos. Con nuestra solución estos medicamentos seleccionados, Rituximab 500mg/500ml (3.25%), Trastuzumab 600mg/5ml (5.74%) y Cetuximab 5mg/ml (4.33%), se encuentran en disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, las cantidades de cada medicamento se aproximan a valor de stock, esto hace que tengamos una eficiente disponibilidad de medicamentos en la farmacia central.
- Medicamentos de mayor inventario en la situación actual, Ácido acetilsalicílico 10 (4.36%), Paracetamol 500mg (5.17%) y Enalapril 10mg (5.28%), se encuentran con disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, con cantidades aproximándose al stock real. En nuestra solución estos medicamentos seleccionados, Ácido acetilsalicílico 10 (2.95%), Paracetamol 500mg (3.22%) y Enalapril 10mg (3.25%), se encuentran en disponibilidad normostock ( $\geq 2$  y  $\leq 6$ ) %, las cantidades de cada medicamento son más precisos al stock real y llegan a estar en el momento correcto del pedido del paciente.

## **6.2 Trabajos Futuros**

Para este trabajo de investigación se basó en las cantidades óptimas de cada muestra de medicamentos, las cuales realizar los siguientes trabajos:

- Crear un sistema informatizado en la farmacia (receta en línea), la cual permite un análisis a tiempo real de los medicamentos disponibles, mínimos y agotados en dicha área.

- Implementar un sistema de automatización que permitió la integración entre las farmacias y almacenes.
- Crear un sistema informatizado, luego implementar con una tecnología RFID o un código de barras, la cual facilita en tiempo real los medicamentos.

## ANEXOS

### Anexo 1 Documento para la aprobación de levantamiento de información

Arequipa, 4 de setiembre del 2019

**Señor Director del Hospital Goyeneche  
MINSA  
Presente.**

Asunto: Solicito autorización para levantamiento de información en el servicio de farmacia, para realización del trabajo de investigación.

De mi consideración:

Yo, Julio Enrique Quispe Quispe, identificado con el DNI 71945709, alumno del último ciclo de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica del Perú, ante usted respetuosamente me presento y expongo:

Estando a puertas de culminar mis estudios, necesito elaborar mi trabajo de investigación para optar el Grado de Bachiller, para lo cual requiero efectuar un levantamiento de información preliminar. En esta fase requiero levantar información relativa a los tipos de medicamentos, sistema de aprovisionamiento, infraestructura física y método de trabajo.

Siendo el plazo que dispongo para este fin muy corto, es que recurro a usted para que se sirva proporcionarme este acceso lo antes posible.

Debo aclarar que este levantamiento de información, no está destinado a la elaboración de ningún artículo publicable (paper), ni a mi tesis de titulación.

Expresándole mis sentimientos de estima y agradecimiento, espero acceda a mi solicitud.

---

**JULIO ENRIQUE QUISPE QUISPE**

DNI N° 71945709

## Anexo 2 Documento para la aprobación de levantamiento de información

Arequipa, 04 de setiembre de 2019

**Señor director del Hospital Goyeneche  
MINSA  
Presente.**

Estimado director, de mi mayor consideración expongo lo siguiente:

El Sr. Julio Enrique Quispe Quispe, identificado con DNI 71945709, alumno del programa profesional en Ingeniería Industrial, de la Universidad Tecnológica del Perú, actualmente matriculo en el décimo ciclo y cursando la disciplina de Taller de Investigación, viene desarrollando un trabajo de investigación sobre el tema de "gestión de almacén de medicamentos en centros hospitalarios mediante la aplicación del método ABC".

En ese sentido, yo como profesor responsable de la disciplina indicada, además como miembro de la dirección de investigación de la Universidad Tecnológica del Perú garantizo que las informaciones que puedan ser proporcionadas al alumno respecto al tema indicado, serán tratadas con el mayor sigilo y profesionalismo correspondiente, es más, no habrá una mención directa al centro Hospitalar que usted conduce a menos que eso sea de su interés.

Si tuviese cualquier duda por favor entre en contacto, atentamente.



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

Dirección de Investigación

**D.Sc. Juan Carlos Zuñiga**

Coordinador Incubadora INSPIRA UTP

Laboratorio de Investigación en TIC

(+51) 054 412630 - Anexo 4043

jzuniga@utp.edu.pe

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] V. Napal Lecumberri, «Gestión de la Farmacia Hospitalaria,» *Ferrer FARMA*, nº 4.2, 2015.
- [2] R. H. Ballou, *Logística Administración de la Cadena de Suministro*, México: Pearson Educación, 2004.
- [3] J. Salazar Araujo, *La gestión de abastecimiento de medicamentos en el sector público peruano,» Sinergia e Innovación*, pp. 160-228, 2014.
- [4] R. &. Malhotra, *Concepto e importancia de gestión de la calidad en la cadena de suministro*, 2005.
- [5] A. De Diego Morillo, *Gestión de pedidos y stock*, España: Ediciones Paraninfo S.A., 2015.
- [6] Y. Martinez, *Control de inventario con análisis de la demanda para la empresa,» Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima*, 2010.
- [7] J. Heizer y B. Render, *Principios de Administración de Operaciones*, México DF: Pearson Educación, 2004.
- [8] J. Weygandt y D. Kiesko, *Principios de Contabilidad*, México: Limusa Wiley, 2008.
- [9] C. Vidal, *Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega*, 2004, pp. 35-52.
- [10] M. Borja, «*Logística hospitalaria: Claves y tendencias de las operaciones logísticas en el Sector hospitalario.,» Alfaomega*, 2014.
- [11] T. Arias, «*Glosario de medicamentos: Desarrollo, Evaluación y Uso,» Washington, D.C.*, 1999.
- [12] D. Loprete y L. Parinos, *Gestão de estoque e a importância da curva ABC*, Brazil, 2009.
- [13] H. Noori y R. Radford, *Administración de Operaciones y Producción: Calidad total y respuesta sensible rápida*, Colombia: Mc Graw Hill, 1997.

- [14] C. Amaya, M. Beaulieu y N. Velasco, «Potenciando la contribución de la logística hospitalaria: tres casos, tres trayectorias,» *Management international*, nº 114, pp. 85-98, 2015.
- [15] M. Bustamante y L. López, «Abastecimiento eficiente: el efecto cola en los hospitales1.,» *Centro de Gestión de Instituciones de Salud*, p. volumen 1, 2015.
- [16] L. Figueroa, S. Aguirre y D. Romero, «Análisis de la Logística Hospitalaria aplicada en las Entidades de Salud de Nivel 3 y 4 en la ciudad de Barranquilla,» *Universidad Tecnológica de Pereira*, 2016.
- [17] J. Maestre, M. Fernandez y J. Del Prado, «Análisis y minimización del riesgo de rotura de stock aplicado a la gestión en farmacia hospitalaria,» *Farmacia Hospitalaria*, Córdoba, 2012.
- [18] J. A. Bonilla, «Metodología para la Reestructuración y automatización de la cadena de abastecimiento en instituciones hospitalarias de alta complejidad,» *Universidad Militar Nueva Granada*, 2018.
- [19] P. Rohatgi y S. Agrawal, «Optimization of EOQ of Multi-item Inventory Control Problem through Nonlinear Programming Technique,» *Ravishankar Shukla University*, 2015.
- [20] G. d. P. Román, «Propuesta de un modelo de gestión de inventarios que permita mejorar la planeación y la distribución de las medicinas a las farmacias de un Hospital,» *UPC, Lima*, 2010.
- [21] R. Pinto Paz, «“Propuesta de mejora de procesos de Aprovisionamiento y Almacenamiento a través de la utilización del Código de Barras en una Clínica de Arequipa”,» *Universidad Católica San Pablo, Arequipa*, 2017.
- [22] E. Causado Rodríguez, *Modelo de inventarios para control económico de pedidos*, Medellín: *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2015.